



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de
hortalizas en un biohuerto ubicado en el Sector Mirador
de Rumiyaçu. Moyobamba, 2018**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Jhonatan Albert Carrasco Guerra

ASESOR:

Ing. M. Sc. Gerardo Cáceres Bardález

Código N° 6054318

Moyobamba - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de
hortalizas en un biohuerto ubicado en el Sector Mirador
de Rumiyaqu. Moyobamba, 2018

AUTOR:

Jhonatan Albert Carrasco Guerra

Sustentada y aprobada el día 28 de agosto del 2019, por los siguientes jurados:

.....
Ing. M. Sc. Rubén Ruíz Valles

Presidente

.....
Blgo. M. Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez

Secretario

.....
Lic. M. Sc. Ronald Julca Urquiza

Miembro

.....
Ing. M. Sc. Gerardo Cáceres Bardález

Asesor

Declaratoria de autenticidad

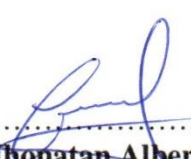
Jhonatan Albert Carrasco Guerra, con DNI N° 76384898, egresado de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de hortalizas en un biohuerto ubicado en el Sector Mirador de Rumiyacu. Moyobamba, 2018.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 28 de agosto del 2019.


.....
Bach. Jhonatan Albert Carrasco Guerra
DNI N° 76384898



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	CARRASCO GUERRA JHONATAN ALBERT			
Código de alumno :	125127	Teléfono:	922992877	
Correo electrónico :	jhonycarg@gmail.com		DNI:	76384898

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	ECOLOGÍA
Escuela Profesional de:	INGENIERÍA AMBIENTAL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de hortalizas en un huerto ubicado en el Sector Mirador de Remiyacu, Moyobamba, 2019.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

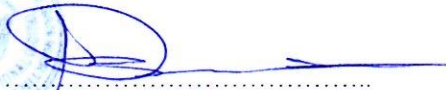

Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

24 / 05 / 2020




Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

“A Dios, por haberme dado la oportunidad de tener y gozar de buena salud y por haber encaminado mi vida con buenas personas que han sido mi motivación, soporte y compañía durante todo el periodo de estudio”.

“Con el amor y respeto tan grande que les tengo, a mi papá, a mi mamá, a mis hermanos y a mi enamorada, por ser pilares importantes en mi vida, seguir confiando en mí, por demostrarme su cariño a diario y por recordarme siempre que la perseverancia es uno de los ejes para lograr el éxito”.

Jhonatan Albert.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por mostrarme el sendero correcto por el cual debo seguir mi vida, superando obstáculos difíciles y brindándome momentos muy gratos en mi vida.

En primer lugar, a mi papá Edilberto Carrasco Terrones y a mi mamá Carmela Guerra Góngora, que para mí siempre han sido un ejemplo a seguir enseñándome siempre lo bueno y pese a los malos momentos vividos, ellos me enseñaron como superarlos a base de esfuerzo y me inculcaron esa fortaleza para conseguir las metas y objetivos que tengo trazados en mi vida.

En segundo lugar, a mis hermanos: Pedro Antonio Carrasco Guerra, Eddy Carrasco Guerra, por los consejos y el apoyo brindado a diario no solo en lo emocional sino en el aprendizaje y a nunca conformarme con lo poco que uno pueda saber, sino más bien que nunca es tarde para aprender.

En tercer lugar, a mi enamorada Maricielo Kassandra Flores Ruiz por estar en todo momento a mi lado a pesar de la distancia desde que la conocí en las buenas y malas conmigo, aportando con su apoyo y motivación para darme fuerzas y hacer que me supere a diario y siga adelante a pesar de las adversidades que se encuentra en el camino.

En cuarto lugar, a mi asesor Ing. M. Sc. Gerardo Cáceres Bardález, quien me apoyó moralmente y sobre todo con sus conocimientos que han sido de gran importancia para realizar dicha investigación.

Y finalmente, a mi alma mater que es la Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ecología – Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, por haberme acogido durante 5 años y haberme formado e instruido para estar preparado para el campo profesional.

Jhonatan Albert.

Índice

	Pág.
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice	viii
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Antecedentes de la investigación	3
1.2. Bases teóricas	7
1.3. Definición de términos	23
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS	25
2.1. Materiales	25
2.2. Métodos	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1. Características biométricas de las hortalizas cultivadas en el biohuerto	29
3.2. Diferencias significativas entre los tratamientos respecto al aprovechamiento de los residuos orgánicos	33
3.3. Tratamiento óptimo en cuanto al aprovechamiento de los residuos	37
3.4. Discusiones	39
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXO	47
ANEXO 1: Ficha para recolección de datos	48
ANEXO 2: Distribución de plantas en campo	49
ANEXO 3: Panel fotográfico	50
ANEXO 4: Plano de ubicación	52

Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo general determinar los beneficios del aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de hortalizas en un biohuerto en el sector Mirador de Rumiyaçu, teniendo como primer objetivo específico determinar las características biométricas de las hortalizas cultivadas en el biohuerto, como segundo objetivo específico determinar las diferencias significativas entre los tratamientos respecto al aprovechamiento de los residuos orgánicos y como tercer objetivo específico determinar el tratamiento óptimo. En la parte metodológica, se trabajó con un diseño completo al azar en un área de 40 m² experimentado con tres tipos de hortalizas: rabanito, lechuga y pepinillo. En cuanto a los resultados, aplicando la prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de confianza del 95% se llegó a la conclusión que el abono hecho en base al aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios agregado con una dosis de ceniza produjo los mejores resultados, evidenciándose en el peso promedio de los frutos del rabanito y del pepinillo y en el número de hojas de la lechuga en comparación con la parcela que no fue abonada y que sirvió como testigo o parámetro de comparación. Finalmente, al realizar en análisis de varianza se concluye que existen diferencias significativas entre abonos demostrándose que éstos actúan de manera diferenciada en cuanto a su influencia en el peso de los frutos, en cuanto al tamaño de la planta y al número de hojas

Palabras clave: Abono orgánico, Biohuerto, residuos sólidos, residuos orgánicos

Abstract

The general goal of this current research was to determine the benefits from the exploitation of home organic wastes in the vegetables crop on a bio-garden in the Rumiyacu View sector, having as first specific objective to determine the biometric characteristics of the vegetables grown on the bio-garden, as second specific objective to determine the significant differences between the treatments in regard to the exploitation of the organic wastes and as a third specific objective to determine to optimal treatment. On the methodological part, we worked with a random complete design on an area of 40 m² experimenting with three types of vegetables: radish, lettuce and cucumber. As for the results, applying the Tukey HSD Test, with a trust level of 95% the conclusion was that the manure made based on the exploitation of the home organic wastes added with a dose of ash produced the best results, being proved in the average weight of the fruits of radish and cucumber and in the number of lettuce leaves in comparison with the plot of land that wasn't fertilized and that served as witness or parameter of comparison. Finally, by running the variance analysis we conclude that exist significant differences between manures proving that these act in a different way when it comes to its influence on the weight of the fruits, the size of the plant and the number of leaves.

Key words: Organic manure, Bio-garden, solid wastes, organic wastes.



Introducción

Los residuos sólidos han ocasionado impactos ambientales negativos por su disposición inadecuada y porque cada vez son más, asunto asociado al incremento de la población humana, a los procesos de transformación industrial (globalización), y a los hábitos de consumo de los individuos. En la actualidad se ha tratado de buscar solución a éste problema, implementado la gestión integral de residuos sólidos, de la cual hace parte una integralidad de procesos que van desde separación en la fuente (orgánico, reciclaje e inservible), hasta la transformación de los que permiten éste proceso o a la disposición final de los que no se pueden reciclar.

A partir de la separación en la fuente se han buscado usos alternativos benéficos para el entorno, como es el proceso de reciclaje para la transformación de los residuos sólidos orgánicos, el proceso de elaboración de abono orgánico a partir de los residuos orgánicos como biofertilizantes, la producción de gas, humus, los biocombustibles, entre otros, son técnicas mediante las cuales se puede aprovechar. Asimismo, muchos de los problemas ecológicos están siendo superados gracias a la tecnología, sin embargo, es innegable que la problemática medioambiental al igual que el de cualquier otro problema, debe comenzar por responder a una serie de preguntas que respondan al deterioro creciente del medio natural, en una sociedad que crece en forma acelerada.

Al respecto, sabemos que los residuos orgánicos corresponden en gran porcentaje a los residuos que se generan en los hogares, y por su connotación orgánica, sufren procesos de descomposición. La descomposición se realiza debido a la presencia de gran cantidad de organismos y microorganismos que transforman las sustancias orgánicas en sustancias minerales que pueden ser aprovechadas por las plantas y demás microorganismos de la naturaleza. Sin embargo, el no aprovechamiento de estos residuos le quita a la naturaleza y en especial al suelo la posibilidad de que retornen los nutrientes a él y que se mantengan los ciclos biogeoquímicos.

Respecto al problema materia de la presente investigación, en el sector Mirador de Rumiayacu perteneciente al distrito de Moyobamba, se observa la acumulación de residuos en las huertas de los domicilios o en algunos terrenos abiertos, lo cual ocasiona la proliferación de moscas y otros insectos vectores para la transmisión de enfermedades. Por

otra parte, por este sector no circula a diario el carro recolector lo cual hace más difícil la tarea del tratamiento de los residuos en la fuente, dado que las familias no tienen los conocimientos básicos de cómo tratar los residuos orgánicos. Asimismo, desconocen la utilidad de estos cuando son transformados en abonos. Es en este sentido que se propone la creación de un biohuerto que sirva como modelo para el aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios. Bajo esta perspectiva el problema de investigación quedó formulado de la siguiente manera: ¿En qué medida el aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios contribuye en el cultivo de hortalizas en un biohuerto en el sector Mirador de Rumiyacu?

Asimismo, se propuso con objetivo general determinar los beneficios del aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de hortalizas en un biohuerto en el sector Mirador de Rumiyacu. Para cumplir con este propósito se propuso como primer objetivo específico determinar las características biométricas de las hortalizas cultivadas en el biohuerto, como segundo objetivo específico determinar las diferencias significativas entre los tratamientos respecto al aprovechamiento de los residuos orgánicos y como tercer objetivo específico determinar el tratamiento óptimo en cuanto al aprovechamiento de los residuos orgánicos en el cultivo de hortalizas.

En cuanto a la hipótesis se postuló que el aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios favorece el cultivo de hortalizas, quedando estructurada la tesis en los siguientes capítulos: En la introducción se hace la descripción de la situación problemática que conlleva a la formulación del problema de investigación, se describe la importancia del tema investigado, así como los objetivos. En el capítulo I se presentan los estudios previos a la investigación, así como la definición de los principales términos relacionados con el aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios. En el capítulo II se presentan los materiales y métodos utilizados en la investigación, técnicas de recolección de datos e instrumentos de procesamiento y análisis de datos. En el capítulo III se presentan los resultados de la investigación, así como la discusión de los mismos de acuerdo a los estudios previos descritos en el capítulo I de la investigación.

Finalmente se presentan las principales conclusiones deducidas de la investigación, así como las recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos pertinentes al estudio realizado.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Uribe (2015), en su “Propuesta de proceso productivo para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de la elaboración de abono orgánico en isla Fuerte, Cartagena”, llegó a la conclusión que la isla genera suficientes recursos considerados como basura, que son material muy importante para el desarrollo de procesos productivos como el presentado, si bien el objetivo de fondo del proyecto es minimizar el impacto ambiental sobre la tierra cultivada y los ecosistemas asociados, presentar el proyecto a las personas que lo ejecutarán con beneficios tangibles, motiva su implementación y desarrollo.

Desarrollar el proceso con responsables puntuales, es decir cada finca como centro de producción, y conocer el destino final del producto obtenido, favorece el futuro del proceso productivo, ya que una vez invertido capital económico, terreno y esfuerzos, en una iniciativa, esta se desarrolla para lograr los objetivos trazados.

El diseño de un proceso productivo a través de la caracterización y determinación de cada operación puntual, permite determinar los recursos necesarios. Para desarrollar un proyecto de elaboración de compost a partir de residuos orgánicos en una finca de producción agrícola la cantidad de recursos aprovechables favorece la viabilidad económica y operacional, ya que la inversión se puede establecer como parte de la actividad necesaria de la finca.

La calidad de los alimentos, el incremento de la cantidad de frutos por cosecha a través de cultivos orgánicos son aspectos que la experiencia de los trabajadores de la agricultura han determinado y son una motivación para implementar el proceso, dado que a mediano y largo plazo los incrementos en la productividad de las cosechas y del margen obtenido serán un factor determinante para dar continuidad al proceso, y ser un ejemplo en la región y en el mundo, asegurando que el trato amable con el ambiente en la producción agrícola es rentable y enriquece los recursos naturales.

Jaramillo (2014), en su investigación denominada “Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia”, concluyó que el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos es una actividad deseable desde el punto de vista ambiental, siempre y cuando se realice adecuadamente, ésta no es rentable ni obligatoria para todas las ciudades. De acuerdo con las normas vigentes, la actividad de aprovechamiento no es de carácter obligatorio, únicamente aquellos municipios de más de 8000 usuarios están obligados a realizar análisis de viabilidad de proyectos de aprovechamiento, y en aquellos casos en que dichos análisis demuestren ser sostenibles económica y financieramente, el municipio estará en la obligación de promoverlos.

Concluye que los factores claves que influyen en el logro efectivo de programas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos urbanos son: participación efectiva de todos los actores que intervienen en el proceso, apoyo e intervención directa de las municipalidades como instituciones activas de recolección, transporte, gestión y control de los proyectos, planificación del proceso con una clara visión de los objetivos y los logros a obtenerse a corto y largo plazo, estudios de factibilidad, diseños previos que establezcan estrategias que permitan una mayor permanencia temporal del proyecto en la comunidad ,educación y capacitación interna y externa al proyecto.

A nivel nacional

Ruíz (2015), en su investigación titulada "Dosis de fertilización nitrogenada en ají escabeche (*capsicum baccatum* var.*pendulum*) bajo condiciones del valle de Cañete", concluyó que las dosis de fertilización de 200 y 250 kg de nitrógeno/ha mostraron los mayores rendimientos totales con 27,52 y 26,30 t/ha, respectivamente, diferentes significativamente a los rendimientos de los otros tratamientos.

Los mayores rendimientos comerciales fueron logrados con las dosis de 200 y 250 kg de nitrógeno/ha, obteniéndose 25,67 y 25,01 t/ha, respectivamente, superiores estadísticamente a las medias de los otros tratamientos.

Los niveles de fertilización nitrogenada no afectaron la calidad de los frutos. El tratamiento 5, de 200 kg de nitrógeno/ha, se destacó en peso y ancho de frutos, pero sin diferencias significativas con respecto a las medias de los otros tratamientos.

Los mayores rendimientos para las categorías primera, segunda y tercera fueron obtenidos por las dosis de fertilización de 200 y 250 kg/ha de nitrógeno, con producciones de 8,99; 12,16; 4,34 t/ha y 8,44; 11,64; 4.86 t/ha, respectivamente.

No se observó un efecto claro de las dosis de nitrógeno evaluadas en el porcentaje de materia seca en tallo, hojas o frutos.

Cubas (2014), en su investigación denominada “Caracterización de los residuos sólidos de la ciudad de Bellavista”, concluyó lo siguiente:

- La generación per cápita de residuos sólidos domésticos en la ciudad de Bellavista es de 0,70 kg./hab./día. de acuerdo a esto la generación total estimada de residuos sólidos es de 9298,1 kg. /día.
- La generación per cápita de residuos sólidos de mercados y mercadillos en la ciudad de Bellavista es de 3,88 kg/puesto/día. de acuerdo a esto la generación total estimada de residuos sólidos es de 729,93 kg. /día.
- La generación per cápita de residuos sólidos de las instituciones en la ciudad de Bellavista es de 4,24 (kg/día). de acuerdo a esto la generación total estimada de residuos sólidos es de 101,76 kg. /día.
- La densidad promedio de los residuos sólidos domésticos es de 230,29 kg/m³. por lo tanto, el volumen diario de residuos a recolectar y disponer en un relleno sanitario es de 40,38 m³/día.
- La densidad promedio de los residuos sólidos de mercados y mercadillos es de 320,7 kg/m³. por lo tanto, el volumen diario de residuos a recolectar y disponer en un relleno sanitario es de 2,37 m³/día.
- La densidad promedio de los residuos sólidos de las instituciones es de 88,91 kg/m³. por lo tanto, el volumen diario de residuos a recolectar y disponer en un relleno sanitario es de 1,14 m³/día.
- El componente con mayor porcentaje de los residuos sólidos domésticos es el rubro identificado como “materia orgánica”, cuyo porcentaje alcanza el 87,08 %. el segundo en importancia es el rubro de “materia inerte” con 1,66 %.
- El componente con mayor porcentaje de los residuos sólidos de mercados y mercadillos es el rubro identificado como “materia orgánica”, cuyo porcentaje alcanza el 94,45 %. el segundo en importancia es el rubro de “papel higiénico” con 1,26 %.

A nivel regional

Adolfo (2014), en su tesis titulada “Propuesta técnica para el manejo de residuos sólidos municipales de la localidad de habana, 2014”, concluyó que de acuerdo a las características de los residuos sólidos se podría proponer al distrito la implementación de un relleno sanitario manual.

Se buscó determinar el porcentaje de los residuos aprovechables, no aprovechables y peligrosos porque de acuerdo a estos se pueden proponer métodos para reciclaje o reutilización de los residuos sólidos aprovechables y proponer métodos de reducción o técnicas de disposición final para los residuos no aprovechables y peligrosos, de acuerdo a la caracterización de residuos sólidos realizada en el distrito de Habana, se obtuvo que un 86,3672 % de residuos sólidos son aprovechables, por lo que es un buen porcentaje para una posible implementación de programas de reciclaje y compostaje en el distrito de Habana, también se obtuvo un 9,0098 % de residuos sólidos no aprovechables y un 4,6231 % de residuos sólidos peligrosos lo cual determina que la cantidad de residuos sólidos que necesitan tratamiento es pequeña.

Finalmente concluye que de acuerdo a las características de los residuos sólidos que produce el distrito de Habana, ya sean cantidad, composición, etc.

Se podría proponer al distrito la implementación de un relleno sanitario manual como mejor método para la disposición final de sus residuos sólidos.

Pinto, E (2014), en su investigación intitulada “Aplicación del programa ambiental basado en el reciclaje en los alumnos del quinto grado de educación secundaria de la institución educativa Juan Velasco Alvarado” concluyó que los niños desarrollaron actitudes ambientales favorables lo cual se vio reflejado en cada una de los siguientes componentes:

En cuanto al componente cognitivo, al desarrollar los talleres, los alumnos adquirieron los conocimientos necesarios para representar de manera adecuada los fenómenos ambientales, lo cual le permitió desarrollar actitudes favorables respecto al estado mostrado por los mismos al inicio del experimento.

Respecto al componente efectivo, con el desarrollo de los talleres los alumnos demostraron un sentimiento en favor de un determinado suceso ambiental. Esta reacción se pudo dar porque los alumnos mejoraron en su conocimiento acerca de los

fenómenos ambientales, lo cual les permitió desarrollar actitudes ambientales favorables.

En el componente reactivo, con el desarrollo de los talleres los alumnos mostraron mayor compromiso e inclinación a actuar de una manera responsable ante el objeto o estímulo natural, esto les permitió desarrollar actitudes ambientales favorables y a sentirse dispuestos a mantener su relación con el medio ambiente.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Ley general del ambiente

La Ley N° 28611 - Ley general del ambiente, en su artículo 2° indica que "ambiente" o "sus componentes" comprende a los elementos físicos, químicos y biológicos de origen natural o antropogénico que en forma individual o asociada, conforman el medio en el que se desarrolla la vida, siendo los factores que aseguran la salud individual y colectiva de las personas y la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y el patrimonio cultural asociado a ellos, entre otros (Ley N° 28611, 2005).

1.2.2. Biohuerto

Se denomina biohuerto a pequeñas parcelas, áreas donde se producen hortalizas o verduras para el consumo de la familia o comunidad, utilizando técnicas. Estas parcelas pueden estar ubicadas al aire libre en condiciones de chacra o dentro de los invernaderos o fitotoldos, a diferencia de la agricultura convencional. La producción de hortalizas en los biohuertos, son más sanas, ecológicas, frescas y con alto contenido de vitaminas y minerales, muy importante para la alimentación, especialmente para los niños y mujeres gestantes (Idepas, 2014).

a. Condiciones de un biohuerto

Para instalar un biohuerto se debe cumplir con las siguientes condiciones siguientes (Idepas, 2014):

- Tener en cuenta la dirección de los rayos solares, esto significa que las camas deben ser orientadas de este a oeste.

- El recurso hídrico es necesariamente indispensable para obtener buena productividad, generalmente en biohuertos deber ser riegos por aspersión y algunas veces por gravedad.
- Se debe contar con una protección de cercos biológicos o cercos físicos.

b. Valor e importancia del biohuerto

Instalar un biohuerto es importante, porque mediante estas instalaciones se adquiere una mejor alimentación, a través del consumo de hortalizas, cuyos productos tienen un alto valor nutritivo en vitaminas y minerales (Idepas, 2014):

Alimentación: La producción de hortalizas de altos valores alimenticios y sobre todo sanas, es una característica del biohuerto. Las plantas que se cultivan bajo este sistema, tienen una mayor cantidad de vitaminas y minerales que las que son producidas con agroquímicos (Diaconia, 2012).

Salud: Las hortalizas del biohuerto por su alto contenido de vitaminas y minerales, fortalecen al organismo de la persona, haciéndola más resistente a las enfermedades e infecciones (Diaconia, 2012).

Educación: El valor educativo se expresa en una enseñanza confrontada con la naturaleza, valorando las costumbres ancestrales y el apego a la tierra (Diaconia, 2012).

Rescate de los viejos hábitos: Existen ciertas hortalizas que son consideradas como “malezas”. Sin embargo, estas forman parte de la alimentación del antiguo peruano siendo algunas de ellas el yuyo, verdolaga, paico. Estas tienen un alto contenido de hierro, calcio y vitaminas. Sus cultivos requieren de poco abono y riego (Diaconia, 2012).

Ecología: El biohuerto propicia el uso sostenido del suelo evitando su deterioro y mejora la producción. El control de plagas y enfermedades de las plantas es biológico. La siembra de plantas amargas o picantes funcionan como repelentes contra los insectos (Diaconia, 2012).

c. Diseño de un biohuerto

Para diseñar un biohuerto se sigue el mismo procedimiento como cuando tenemos que hacer una casa. Es necesario conocer el área total para proceder a la distribución y ubicación de los siguientes componentes (Diaconia, 2012):

Camas: Las camas deben orientarse si es posible de este a oeste para aprovechar más el calor y la luz solar. Las camas pueden ser altas, bajas o a nivel (Diaconia, 2012).

Camas de almacigo: Deben ubicarse de preferencia al lado opuesto de la puerta de ingreso al biohuerto (Diaconia, 2012).

Caminos: Separan las camas y miden principales 50 cm. de ancho y secundarios 35 cm (Diaconia, 2012).

Cercos: Rodean al biohuerto, se pueden utilizar piedras, adobes, mallas, plantas, etc. (Diaconia, 2012).

Composteras: Deben ser ubicados en las partes altas del biohuerto, para evitar que se pudra la materia orgánica. En suelos con mucha humedad o rocosos, se pueden hacer composteras sobre la superficie (Diaconia, 2012).

Estercoleras y rastrojeras: Son espacios apropiados para la recolección de estiércol y rastrojos ubicados al lado de las composteras (parte alta) (Diaconia, 2012).

Almacenamiento de agua: Se debe tener las instalaciones y espacios necesarios para proveerse de agua permanente, serán ubicados preferentemente, dentro del perímetro del biohuerto (Diaconia, 2012).

1.2.3. Abonos orgánicos

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas (Morris, 2015).

a. Tipos de abonos

Estiércol: Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol (Morris, 2015).

Compost: Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal (Morris, 2015).

Efectos del compost en el suelo:

- Estimula la diversidad y actividad de microorganismos en el suelo.
- Mejora la estructura del suelo.
- Mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.
- La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la de los microbios patógenos.
- Contiene muchos nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- Provoca la formación de humus.

El proceso de compostaje: Los materiales que podemos usar para la preparación del compost son:

- Restos de cosecha.
- Desperdicios de cocina.
- Estiércol de algunos animales (vaca, caballo, oveja, conejo, cuy).
- Ceniza o cal.

Estos materiales se acumulan en capas en forma intercalada; la primera capa estará constituida por restos de cosecha más los desperdicios de cocina, la siguiente capa será de estiércol, luego otra capa de restos de cosecha y otra capa de estiércol y así sucesivamente formando una ruma o pila de 1,5 metros de alto. Sobre cada capa de estiércol se puede colocar un puñado de ceniza o cal (Morris, 2015).

Para lograr que los microorganismos trabajen eficientemente en el proceso de descomposición se requiere suministrar aire para lo cual se debe hacer lo siguiente:

- Remover la pila del compost semanalmente.
- Evitar que la pila o ruma sea demasiado grande, lo recomendable es 2m de ancho y 1,5m de alto.
- Regar para mantener una humedad óptima (60-70% de humedad).
- Ubicar las pilas de preferencia en la sombra.

Abonos verdes: El abonamiento verde es una práctica que consiste en cultivar plantas, especialmente leguminosas (como trébol, alfalfa, frejol, alfalfilla, etc.) o gramíneas (como avena, cebada, grass, etc.), luego son incorporados al suelo en estado verde, sin previa descomposición, con el propósito de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, restableciendo y mejorando su fertilidad natural. Es recomendable utilizar mezclas de cultivos para utilizar, los abonos verdes, porque mientras las leguminosas aportan nitrógeno, las gramíneas mejoran el contenido de materia orgánica (Morris, 2015).

Ventajas de la incorporación de abonos verdes al suelo:

- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, especialmente cuando son incorporadas mezclas de plantas.
- Mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.
- Permite una buena cobertura vegetal, reduciendo la erosión.
- Favorece la actividad de los microorganismos del suelo.
- Favorece la restitución del fósforo y potasio al suelo.

b. Influencias de los abonos orgánicos

Efectos físicos: Estimula el desarrollo radicular de las plantas. A mayor contenido de materia orgánica mayor desarrollo radicular permitiendo a las plantas explorar un mayor volumen de suelo para satisfacer sus necesidades de nutrientes y agua. Mejora la estructura del suelo, dándole una mayor resistencia contra la erosión y una mejor permeabilidad, aireación y capacidad para almacenar y suministrar agua a las plantas. Da color oscuro

al suelo aumentando la temperatura y las reacciones bioquímicas que allí se desarrollan (Ansorena & Merino, 2014).

Efectos químicos: La fertilización orgánica tiene un efecto directo sobre la capacidad de Intercambio Catiónico del suelo, reflejada en una mayor capacidad para retener y aportar nutrientes a las plantas elevando su estado nutricional; los fertilizantes orgánicos contribuyen a incrementar la fertilidad del suelo mediante la liberación de varios nutrientes importantes para el crecimiento de las plantas: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Azufre (S) y algunos elementos menores, como Cobre (Cu) y Boro (B). Otra característica importante de los fertilizantes orgánicos es el incremento de la capacidad buffer o amortiguadora del suelo, lo cual se ve reflejado directamente en la habilidad para resistir cambios bruscos en el pH en el caso de que se adicione compuestos con pH diferentes. Una forma de regular estos cambios es cuando la úrea y el sulfato de amonio se aplican al suelo de forma simultánea, sobre el suelo se produce nitrógeno amoniacal (NH_4^+) que bajo condiciones de buena aireación se nitrifican liberando hidrógenos incrementando la acidez del suelo, es aquí justo cuando la materia orgánica contenida en el abono es un amortiguador disminuyendo la acidez generada por los dos fertilizantes (Liriano González, Núñez Sosa, Hernández La Rosa, & Castro Arrieta, 2015).

Efecto biológico: La actividad biológica del suelo presenta una contribución alta en la oxidación y reducción de los elementos esenciales al convertir las formas no aprovechables en formas aprovechables para las plantas. Los abonos orgánicos realizan acciones de prevención y control sobre la presencia y severidad de algunas enfermedades del suelo. Estas acciones son (Bash, 2015):

- Reducen la cantidad de patógenos, ya que establecen una competencia con los microorganismos no patógenos del suelo.
- Presentan un proceso de mineralización del abono orgánico que le permite aumentar el contenido de nitrógeno amoniacal.
- Aumentan la población de microorganismos eficientes o benéficos disminuyendo notablemente la acción de los patógenos.

1.2.4. Los residuos sólidos

Residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final. Los residuos sólidos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida. También se considera residuos aquellos que siendo líquido o gas se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases, que por sus características fisicoquímicas no puedan ser ingresados en los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes y por ello no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos los gases o líquidos deben ser acondicionados de forma segura para su adecuada disposición final (D.L N° 1278, 2017).

El manejo de los residuos comprende las siguientes operaciones o procesos:

- Barrido y limpieza de espacios públicos
- Segregación
- Almacenamiento
- Recolección
- Valorización
- Transporte
- Transferencia
- Tratamiento
- Disposición final

a. Clasificación de los residuos solidos

Por su origen

- **Residuos domiciliarios:** La Ley general de residuos sólidos los define como aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios. Estos comprenden los restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).

- **Residuos comerciales:** La Ley general de residuos sólidos los define como aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como centros de abastos de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, oficinas de trabajo, entre otras actividades comerciales y laborales análogas (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).
- **Residuos de limpieza de espacios públicos:** Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas, independientemente del proceso de limpieza utilizado. El barrido de calles y espacios públicos puede realizarse de manera manual o con la ayuda de equipamiento (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).
- **Residuos de establecimiento de atención de salud:** Procesos y actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).
- **Residuo Industrial:** Actividades de las diversas ramas industriales, como manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).
- **Residuo de las actividades de construcción:** Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otros similares (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).
- **Residuo agropecuario:** Son aquellos residuos generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias. Estos residuos incluyen los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos diversos, entre otros (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).

- **Residuo de instalaciones o actividades especiales:** Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, tales como plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares, entre otras; o de aquellas actividades públicas o privadas que movilizan recursos humanos, equipos o infraestructuras, en forma eventual, como conciertos musicales, campañas sanitarias u otras similares (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).

Por su peligrosidad

- **Residuos peligrosos:** Son residuos sólidos peligrosos aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).
- **Residuos no peligrosos:** Los residuos sólidos no peligrosos son aquellos producidos por las personas en cualquier lugar y desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud y el ambiente (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).

Por su gestión

- **Residuo de ámbito municipal:** Son de origen doméstico (restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales descartables, entre otros); comercial (papel, embalajes, restos del aseo personal, y similares); aseo urbano (barrido de calles y vías, maleza, entre otros), y de productos provenientes de actividades que generen residuos similares a estos, los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).
- **Residuo de ámbito no municipal:** Son aquellos que, debido a sus características o al manejo al que deben ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Por ejemplo, los

residuos metálicos que contengan plomo o mercurio, los residuos de plaguicidas, los herbicidas, entre otros. Todos ellos deben ser dispuestos en los rellenos de seguridad (Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos).

Por su naturaleza

- **Residuos orgánicos:** Residuos de origen biológico (vegetal o animal), que se descomponen naturalmente, generando gases (dióxido de carbono y metano, entre otros) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final. Mediante un tratamiento adecuado, pueden reaprovecharse como mejoradores de suelo y fertilizantes (compost, humus, abono, entre otros) (OEFA,2013).
- **Residuos inorgánicos:** Residuos de origen mineral o producidos industrialmente que no se degradan con facilidad. Pueden ser reaprovechados mediante procesos de reciclaje (OEFA,2013).

1.2.5. Gestión integral de los residuos sólidos domiciliarios en el Perú

Décadas atrás, el cuidado ambiental y sanitario no eran temas de gran importancia en el Perú, pues se los creía resueltos con el proceso de recojo de la basura y el destino final de la misma. La idea central de este trabajo era destinar la basura a lugares alejados de las poblaciones urbanas. No obstante, hoy en día, el concepto de residuos sólidos involucra temas sociales, de desarrollo económico y ambiental, con el fin de mejorar la calidad de vida a través de la venta y comercialización de estos residuos. Es decir, se trata de dar un valor económico y social a dichos desperdicios producidos por la población. En nuestro contexto, dicho concepto ha cobrado interés a partir de la promulgación de la ley 27314 en el año 2000, ley general de residuos sólidos (LGRS) y el D.L N° 1278, junto con otras nociones sobre la gestión de residuos sólidos, principios, clasificación y manejo de los mismos.

El marco normativo ambiental en el Perú es la guía que orienta cómo debe ser el enfoque integral y sostenible sobre los residuos sólidos. De igual forma, en esta tarea es relevante el manejo de los altos directivos, quienes desarrollan los

programas, proyectos y estrategias con el fin de promover una gestión municipal eficiente. “La gestión integral de los residuos sólidos domiciliarios se puede definir como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de los residuos sólidos que tienen como origen las viviendas” (Tchobanoglous, 1994). Esta definición quedaría inconclusa si no se menciona la importancia de manejar los residuos sólidos domiciliarios con una visión holística, es decir, articulando las diversas etapas involucradas como un solo sistema. Estas etapas están contenidas dentro del ciclo de vida de los residuos sólidos que van desde el momento en que son generados hasta su disposición final o comercialización. En el Perú, según la generación nacional de residuos sólidos municipales, estimada por el Ministerio del Ambiente [MINAM], el 70% de estos son de origen domiciliario; mientras que el 30% restante corresponde a la generación de residuos comerciales y residuos de barrido del ámbito municipal. Por ello, algunos municipios vieron la necesidad de crear mecanismos para gestionar adecuadamente los residuos sólidos, razón por la cual se han creado programas pilotos de gestión de residuos sólidos domiciliarios. Asimismo, el análisis de la composición de residuos sólidos realizado por el MINAM en el año 2011 reveló que existe en promedio un 80% de residuos sólidos inorgánicos que pueden ser reaprovechados. Es así que adquiere importancia la gestión de este tipo de programas que ayudan a reducir el volumen de residuos sólidos domiciliarios que son llevados a los rellenos sanitarios, y que pueden ser reaprovechados e insertarse en una cadena de comercialización (MINAM, 2014).

1.2.6. Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios

El ministerio del ambiente creó el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios para que los gobiernos locales lo implementen con la finalidad de reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos sólidos dispuestos inadecuadamente, y también para disminuir la cantidad de residuos sólidos que son llevados a los rellenos sanitarios, impulsando así una cadena formal de reciclaje y generando un incremento de

la conciencia ambiental en la ciudadanía. De esta manera, el programa nacional de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios desarrolla un modelo integral para el reaprovechamiento de los residuos sólidos en concordancia con tres objetivos del milenio declarados por la organización de las naciones unidas, los cuales son los siguientes: Erradicar la pobreza extrema y el hambre, a través de la generación de empleo. Garantizar la sostenibilidad del ambiente, a través de la aplicación de una cultura ambiental ciudadana de consumo responsable y buenas prácticas ambientales. Fomentar una asociación global para el desarrollo, ya que propone la participación y sinergia de todos los actores que intervienen en el manejo de los residuos sólidos y la cadena de reciclaje.

En el año 2012, se registraron 316 municipalidades, en todo el país, que cuentan con este tipo de programa. De estas, el 60% ha incorporado a recicladores. Debe precisarse además que solo en las regiones de Lima y Callao, 34 municipalidades trabajan el proceso de recolección del programa con recicladores formalizados de los 54 distritos, que son el total que poseen dicho programa en las dos regiones. Se estima que la producción total de los residuos sólidos es alrededor de 23,260 toneladas diarias en el país y solo el 31% de la generación diaria es dispuesta en rellenos sanitarios. El 14.7% se recupera y/o recicla de manera formal o informal y, por consiguiente, el 54% es destinado a lugares inadecuados, práctica que causa un significativo deterioro del ambiente y de la salud humana (MINAM, 2012).

1.2.7. El ciclo de vida de los residuos sólidos domiciliarios

El ciclo de vida de los residuos sólidos domiciliarios en el Perú está compuesto de una serie de etapas que abarcan la generación, comercialización y la disposición final de estos. La identificación de este ciclo nos permite conocer la participación de forma inicial de los distintos actores involucrados y las relaciones que se desarrollan en las distintas fases (MINAM, 2012):

Generación: Etapa inicial del ciclo de vida de los residuos sólidos domiciliarios. Se refiere a la producción diaria de los residuos sólidos que producen las familias en sus domicilios, luego de haberle dado algún uso y

desechado. El nivel de generación de residuos sólidos se encuentra altamente relacionado con el nivel de consumo de los ciudadanos y al crecimiento poblacional. Según el quinto informe nacional de residuos sólidos municipales y no municipales elaborado por el MINAM, la generación per cápita [GPC] de residuos sólidos domiciliarios promedio país en función a los municipios declarantes y la información integrada para el año 2010 fue de 0,52 kg/hab/día y para el año 2011 el valor se incrementó a 0,61 kg/hab/día. Considerando la población urbana proyectada y el promedio de GPC de cada región, se estimó que el año 2010 se generó 4 217,274.00 toneladas de residuos de origen domiciliario, aumentando el año 2011 a 5 042,228 toneladas. De la cantidad total de residuos generados a nivel nacional, en la región Lima se dio la mayor generación en el 2010 con el 39,75% y con el 42,1% en el año 2011. La región que le sigue es la región de Piura con 6,2% el año 2010 y 5,6% el año 2011 (MINAM, 2012).

Segregación en la fuente: Se refiere a la acción de separar en el domicilio aquellos residuos sólidos que pueden ser reaprovechados. Cada vivienda participante en el programa de gestión de residuos sólidos domiciliarios de su localidad debe realizar esta separación a través de bolsas (de color verde, en algunos casos) que se les entrega cada vez que se recogen las mismas. Los residuos sólidos que se deben de segregar dependerán básicamente del estudio de caracterización de la localidad, la existencia de un mercado local para su comercialización y del precio del mercado de productos reaprovechables. En su mayoría, se segregar los siguientes productos: plástico, papel, tetra pak, vidrio, cartón y latas. En el año 2011, la composición de residuos sólidos a nivel país muestra que alrededor del 50% de residuos sólidos son de materia orgánica, seguido de un 10% de plástico y 8% de residuos peligrosos. Los residuos sólidos que representan menos participación en la composición son los residuos de aparatos electrónicos con 0.4%, tetra pak con 0,6% y huesos con 0,8% (MINAM, 2012).

Recolección selectiva y transporte: La recolección de los residuos sólidos se da en los domicilios de todas las familias participantes. Estas sacan de sus casas las bolsas que contienen los residuos sólidos segregados y se las entregan al personal encargado del programa, ya sea reciclador formalizado o personal del

municipio, dependiendo los días que les toca ser recolectados. Los que realizan esta recolección selectiva deben estar identificados con un fotocheck y correctamente uniformados con sus mascarillas, botas, guantes, casco, uniformes, franelas, etc. Una vez recogidas las bolsas con los residuos sólidos reaprovechables, estos son llevados en moto cargas o triciclos hacia un punto de acopio o directamente a comercializarlos (MINAM, 2012).

Tratamiento: Existen diversas formas de tratamiento para los residuos sólidos; una de ellas es la reducción de su volumen, para facilitar su disposición final. Otros buscan eliminar parcialmente el contenido de humedad de los residuos sólidos o intentan separar porciones de materiales no deseados. Las formas más comunes de tratamiento son la compactación, el secado, la estabilización biológica, el compostaje y la incineración (MINAM, 2012).

Comercialización: Acción de compra y venta de los residuos sólidos reaprovechables, la cual puede ser realizada por empresas comercializadoras de residuos sólidos o centros especializados en esta tarea. Estas empresas deben seguir un procedimiento legal para la venta de dichos productos. Cabe resaltar que existen también centros de acopios informales (chatarrerías) donde se comercializan los residuos sólidos (MINAM, 2012).

Disposición Final: En caso de encontrar residuos no reciclables en las bolsas recolectadas por el programa de gestión de residuos sólidos de cada localidad, estos van directamente a los compactadores y, a través de ellos, al relleno sanitario (MINAM, 2012).

1.2.8. Ceniza de la cascarilla de arroz

Uno de los campos que tiene más utilización en los molinos arroceros es el aprovechamiento de la combustión de la cascarilla de arroz para el calentamiento del aire destinado al proceso de secamiento del mismo arroz. La ceniza proviene del quemado de la cascarilla del silicio absorbido por la planta solo una parte queda en el grano y la gran mayoría forma la parte estructural de la cascarilla, la ceniza está compuesta principalmente por óxido de silicio (Andrade, 2006).

Tabla 1*Composición química de la cascarilla y ceniza de arroz*

Componente	%	Componente	%
Carbono	39,0	Ceniza de sílice	94,10
Hidrógeno	5,6	Oxido de calcio	0,55
Nitrógeno	0,6	Oxido de magnesio	0,95
Oxígeno	37,2	Oxido de potasio	2,10
Azufre	0,1	Oxido de sodio	0,11
cenizas	17,8	Sulfato	0,06
		Cloro	0,05
		Oxido de titanio	0,05
		Oxido de aluminio	0,12
		Otros	1,82
		componentes(P ₂ O ₅ , F ₂ O ₃)	
Total	100	Total	100

Fuente: Veron, C. J, Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz

1.2.9. Beneficios del uso de la ceniza (cascarilla de arroz)

Entre el contenido de nutrientes de la ceniza de cascarilla de arroz se encuentra en gran cantidad el Silicio. Este componente es necesario para muchos tipos de cultivo. Según estudios, en el cultivo de gramíneas, en este caso que se ha enfocado al arroz (Quero, 2007).

El Silicio tiene mayor importancia por los beneficios que le provee a la planta, ya que puede controlar enfermedades a un grado similar que un fungicida y crea resistencia a la planta contra insectos y enfermedades, lo que representa una barrera excelente ante sus ataques (Quero, 2007).

1.2.10. El silicio (Si)

En este elemento se ha mostrado bastante interés entre los técnicos y agricultores por los numerosos beneficios que trae a los cultivos, incluido el aumento en la productividad y la resistencia al estrés bióticos, y abióticos,

como exceso de metales pesados, deficiencia hídrica y enfermedades fungosas. Cuando se adiciona un nutriente al suelo, vía fertilización, ocurren reacciones químicas que pueden modificar, para más o para menos, la disponibilidad de otros elementos. Es interesante, pues presenta interacciones con varios elementos que favorecen la nutrición de la planta (Coloma, 2015).

El Silicio, una vez aplicado al suelo reacciona con el agua transformándose en ácido monosilícico (H_4SiO_4) moviéndose rápidamente a través del xilema. Cuando la planta transpira, pierde el agua absorbida por el silicio, formando una barrera protectora presentando una resistencia mecánica al ataque de enfermedades e insectos. Manifiestan que los beneficios de la mayor concentración de silicio en el suelo y suministrar al suelo minerales ricos en silicio a través de los procesos de fertilización, permiten una solución económica y rentable para la producción agrícola, destacando un aumento en productividad como en el cultivo de arroz (Furcal, 2012).

Ahora que conocemos las bondades de este elemento, hay que aprovechar la cascarilla o tamo de arroz que un sinnúmero de piladoras desperdician al quemar cuando en la práctica esta contiene el 80% de silicio de rápida absorción. La técnica de extracción es muy simple, se denomina extracción pilórica (Palacios, 2012).

a. El silicio como nutriente

El silicio no es considerado por los fisiólogos y nutricionistas como elemento esencial, para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas, sin embargo, para algunas familias de plantas, especialmente de monocotiledóneas, gramíneas; el aporte de silicio al suelo incide en lograr cosechas de mejores rendimientos y calidad. Ayuda en el endurecimiento de raíz, aumenta la eficacia de Fotosíntesis, que maximiza la producción. Fortalece los tallos y pedúnculos de flores y frutas siendo bastante difícil que caigan (Rugel, 2016).

b. Beneficios del silicio

El silicio (Si) suprime muchas enfermedades y ataques de insectos en las plantas. El efecto de la resistencia a plagas y enfermedades se puede deber al reforzamiento de las cutículas, como se dijo anteriormente o a que el

elemento puede ser una señal que induzca reacciones de defensa en la planta.

El silicio (Si) depositado en las paredes de las células del xilema previene la compresión de los vasos bajo condiciones de alta transpiración causada por exceso de sequía o calor. La membrana Si celulosa en el tejido epidermal también protege las plantas contra las excesivas pérdidas de agua por transpiración. Esto ocurre debido a una reducción en el diámetro de los poros de las estomas, y consecuentemente, una reducción en la transpiración de la hoja (Martínez, 2014).

El silicio (Si) puede ayudar a disminuir el stress por sales en plantas superiores. Existen varias hipótesis para este efecto: Estas son:

- Mejor actividad fotosintética.
- Mejor selectividad en la relación K, Na.
- Aumento en la actividad enzimática.
- Aumento de la concentración de sustancias en la xilema, lo cual resulta en una disminución de la absorción de Na por las plantas.

1.3. Definición de términos básicos

Las siguientes definiciones corresponden a los términos utilizados:

Almacenamiento

Operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final (MINAM,2019).

Generación per cápita (GPc)

Es la generación unitaria de residuos sólidos, normalmente se refiere a la generación de residuos sólidos por persona-día (MINAM,2019).

Residuos municipales

Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades

urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (MINAM,2019).

Manejo de residuos sólidos

Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucren manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final u otro procedimiento técnico operativo usado desde la generación hasta su disposición final (MINAM,2012).

Reaprovechamiento

En la gestión de los residuos sólidos, el reaprovechamiento está referido al proceso por el cual se obtiene un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye un residuo sólido. Son técnicas de reaprovechamiento: el reciclaje, la recuperación y la reutilización (MINAM,2012).

Residuos domiciliarios

Son aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares (MINAM,2012).

Residuos orgánicos o biodegradables

Son aquellos residuos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos como lombrices, hongos y bacterias principalmente (MINAM,2012).

Segregación

Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial (MINAM,2019).

Tratamiento

Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente, con el objetivo de prepararlo para su posterior valorización o disposición final (MINAM,2019).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Para desarrollar la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales:

- | | |
|----------------------|-------------------|
| - Papel bond | - Palanas |
| - Lapiceros | - Caña brava |
| - Folders | - Alambre |
| - Cuaderno de campo | - Estacas |
| - Residuos orgánicos | - Alicate |
| - Estiércol de cuy | - Tierra negra |
| - Ceniza | - Manguera |
| - Aserrín | - Alambre de púas |
| - Mallas | |

2.2. Métodos

- En cuanto al tipo de investigación fue aplicada debido a que se aprovechó la materia orgánica como bio abono para producir hortalizas lo cual nos llevó a mitigar el problema de los residuos orgánicos dado que el carro recolector no pasa todos los días por el sector.
- La investigación fue conducida bajo un diseño completamente aleatorizado (Calzada, 1998), dado que se experimentó el abono orgánico en el cultivo de hortalizas. Este diseño tiene la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento i

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. ij

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

- Asimismo, se consideraron dos tratamientos experimentales y un tratamiento testigo:
T1: Contiene pasto, materia orgánica, estiércol de cuy y ceniza

T2: Contiene pasto, materia orgánica, estiércol de cuy y aserrín

T0: Testigo

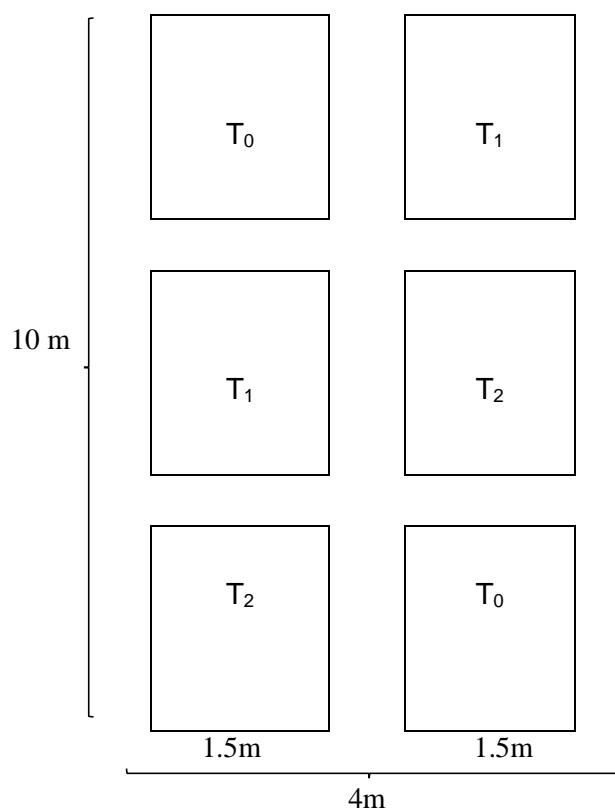
- En cuanto a los tratamientos, se consideraron 20 kg de pasto, 80 kg de materia orgánica, 20 kg de estiércol de cuy aproximadamente, con lo cual se obtuvo 43 kg de compost aproximadamente. La ceniza y aserrín se aplicó en forma puntual en proporciones de 150 gramos por planta.
- La muestra a sugerencia de los mismos pobladores estuvo constituida por las hortalizas, según el consumo, siendo las siguientes:

Rabanito (B)

Lechuga (L)

Pepinillo (P)

- Se trabajó en un área de 40 m², en una parcela dividida de la siguiente manera:



- En cada parcela se sembraron las tres variedades de hortalizas en tres hileras con separación de 40 cm entre las hileras.
- La materia orgánica se recolectó en forma diaria por espacio de una semana para luego procesarla y obtener el abono de acuerdo a los tratamientos descritos anteriormente.

- El proceso para la elaboración del bio abono duró aproximadamente 40 días y se contó con el asesoramiento del personal de la gerencia de residuos sólidos de la municipalidad provincial de Moyobamba.
- El abonamiento este se realizó una semana antes de sembrar en cada una de las parcelas en razón de 7 kg por parcela de 3 m². Este abonamiento fue en las tres hileras.
- Se tomaron tres repeticiones por cada tratamiento en cada una de las dos parcelas haciendo un total de seis repeticiones por tratamiento incluido el tratamiento testigo.
- En cuanto a las características medibles de las hortalizas fueron las siguientes:
 Pepinillo: longitud de rama, peso de frutos
 Lechuga: altura de planta, número de hojas
 Rabanito: altura de planta, peso de frutos
- Para el procesamiento de los datos para determinar el efecto de la aplicación del abono orgánico en el cultivo del biohuerto, se aplicó el análisis de varianza para el diseño completo al azar con la finalidad de determinar la diferencia entre tratamientos asumiendo un nivel de confianza del 95%.

Fuente de variación	Grados de libertad.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	valor f crítico
Tratamiento	GLT	SCT	CMT	F	FC
Error	GLE	SCE	CME		
Total	GL Total				

- La decisión respecto a las diferencias significativas se tomará de acuerdo a los siguientes criterios:

Si $F_c > F_t$, entonces existen diferencias significativas entre los tratamientos

Si $F_c < F_t$, entonces no existen diferencias significativas entre los tratamientos

- Mediante la prueba de Tukey, con un nivel de confianza del 95% se determinó el tratamiento óptimo. Previamente se determinó la desviación estándar de los promedios y las amplitudes estudiantizadas significativas (AES).

$$S_x = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

Siendo $ALS = \sqrt{CME/r} * \text{valor de Tukey}$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características biométricas de las hortalizas cultivadas en el biohuerto

Tabla 2

Altura de planta de rabanito a los 30 días (en cm)

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	11	16	14
2	12	15	13
3	13	17	14
4	10	16	12
5	12	16	13
6	13	17	14
Promedio	11,83	16,17	13,33
Desviación	1,17	0,75	0,82

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 2, respecto a la altura promedio y la desviación estándar de la altura de las plantas de rabanito, en el tratamiento testigo las plantas alcanzaron una altura promedio de 11,83 cm con una variación de más menos 1,17 cm respecto al promedio; en el tratamiento 1 las plantas alcanzaron una altura promedio de 16,17 cm con una variación de más menos 0,75 cm respecto al promedio; en el tratamiento 2 las plantas alcanzaron una altura promedio de 13,33 cm con una variación de más menos 0,82 cm respecto al promedio.

Tabla 3*Peso del fruto del rabanito a los 35 días (en kg)*

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	0,30	0,51	0,47
2	0,32	0,49	0,46
3	0,36	0,52	0,47
4	0,30	0,51	0,46
5	0,29	0,53	0,48
6	0,36	0,54	0,49
Promedio	0,32	0,52	0,47
Desviación	0,31	0,18	0,12

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 3, respecto al peso promedio de los frutos y la desviación estándar, en el tratamiento testigo los frutos alcanzaron un peso promedio de 0,3 kg con una variación de más menos 0,31 gramos respecto al promedio; en el tratamiento 1 los frutos alcanzaron un peso promedio de 0,52 kg con una variación de más menos 0,18 kg respecto al promedio; en el tratamiento 2 los frutos alcanzaron un peso promedio de 0,47 kg con una variación de más menos 0,18 kg respecto al promedio.

Tabla 4*Altura de planta de lechuga a los 30 días (en cm)*

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	20	21	22
2	19	23	21
3	17	22	20
4	18	24	22
5	20	26	23
6	19	26	24
Promedio	18,83	23,67	22
Desviación	1,17	2,07	1,41

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 4, respecto a la altura promedio de las plantas de lechuga y la desviación estándar, en el tratamiento testigo las plantas alcanzaron una altura promedio de 18,83 cm con una variación de más menos 1,17 cm respecto al promedio; en el tratamiento 1 las plantas alcanzaron una altura promedio de 23,67 cm con una variación de más menos 2,07 cm respecto al promedio; en el tratamiento 2 las plantas alcanzaron una altura promedio de 22 cm con una variación de más menos 1,41 cm respecto al promedio.

Tabla 5

Número de hojas por planta de lechuga a los 50 días

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	18	30	28
2	21	29	27
3	19	31	27
4	19	28	28
5	20	29	29
6	20	30	28
Promedio	20	30	28
Desviación	1	1	1

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 5, respecto al número de hojas por planta de lechuga y la desviación estándar, en el tratamiento testigo las plantas alcanzaron un promedio de 20 hojas con una variación de más menos 1 hoja respecto al promedio; en el tratamiento 1 las plantas alcanzaron un promedio de 30 hojas con una variación de más menos 1 hoja respecto al promedio; en el tratamiento 2 las plantas alcanzaron un promedio de 28 hojas con una variación de más menos 1 hoja respecto al promedio.

Tabla 6*Longitud de rama del pepinillo a los 30 días (en cm)*

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	40	46	42
2	38	45	43
3	41	47	43
4	39	44	44
5	38	43	41
6	36	45	43
Promedio	38,67	45	42,67
Desviación	1,75	1,41	1,03

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 6, respecto a la longitud de rama por planta de pepinillo y la desviación estándar, en el tratamiento testigo las plantas tuvieron una longitud promedio de 38,68 cm con una variación de más menos 1,75 cm respecto al promedio; en el tratamiento 1 las plantas tuvieron una longitud promedio de 45 cm con una variación de más menos 1,41 cm respecto al promedio; en el tratamiento 2 las plantas tuvieron una longitud promedio de 42,67 cm con una variación de más menos 1,03 cm respecto al promedio.

Tabla 7*Peso de pepinillos a los 70 días (en kg)*

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	0,39	0,51	0,45
2	0,38	0,47	0,44
3	0,41	0,50	0,44
4	0,38	0,45	0,46
5	0,40	0,44	0,40
6	0,37	0,47	0,43
Promedio	0,39	0,47	0,44
Desviación	0,01	0,03	0,02

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 7, respecto al peso promedio de los frutos y la desviación estándar, en el tratamiento testigo los frutos alcanzaron un peso promedio de 0,39 kg con una variación de más menos 0,01 kg respecto al promedio; en el tratamiento 1 los frutos alcanzaron un peso promedio de 0,47 kg con una variación de más menos 0,03 kg respecto al promedio; en el tratamiento 2 los frutos alcanzaron un peso promedio de 0,44 kg con una variación de más menos 0,02 kg respecto al promedio.

3.2. Diferencias significativas entre los tratamientos respecto aprovechamiento de los residuos orgánicos

Tabla 8

Análisis de varianza para la altura de planta de rabanito a los 30 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	58,11	2	29,06	33,53	3,68
Error	13	15	0,87		
Total	71,11	17			

Elaboración propia

Respecto a los resultados de la tabla 8, dado que el valor de $F > F$ crítico se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la altura de planta de rabanitos; es decir los bio abonos han actuado de forma diferenciada en cuanto a la determinación de la altura.

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{0,87}}{13,78} * 100 = 6,77\% < 30\%, \text{ medida representativa de la altura por tanto}$$

los datos que se presentan son estadísticamente confiables.

Tabla 9*Análisis de varianza para el peso del fruto del rabanito a los 35 días (en kg)*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	1251	2	625,5	132,15	3,68
Error	71	15	4,73		
Total	1322	17			

Elaboración propia

Respecto a los resultados de la tabla 9, dado que el valor de $F > F$ crítico se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al peso de frutos de rabanitos; es decir los bio abonos han actuado de forma diferenciada en cuanto a la determinación del peso.

Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{4,73}}{43,67} * 100 = 5,98\% < 30\%, \text{ medida representativa del peso por tanto los}$$

datos que se presentan son estadísticamente confiables.

Tabla 10*Análisis de varianza para la altura de planta de lechuga a los 30 días*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	72,33	2	36,17	14,21	3,68
Error	38,17	15	2,54		
Total	110,50	17			

Elaboración propia

Respecto a los resultados de la tabla 10, dado que el valor de $F > F$ crítico se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la altura de planta de lechuga; es decir los bio abonos han actuado de forma diferenciada en cuanto a la determinación de la altura.

Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{2,54}}{21,50} * 100 = 7,41\% < 30\%, \text{ medida representativa de la altura por tanto}$$

los datos que se presentan son estadísticamente confiables.

Tabla 11

Análisis de varianza para el número de hojas por lechuga a los 50 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	344,44	2	172,22	186,75	3,68
Error	13,83	15	0,92		
Total	358,28	17			

Elaboración propia

Respecto a los resultados de la tabla 11, dado que el valor de $F > F$ crítico se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al el número de hojas por lechuga; es decir los bio abonos han actuado de forma diferenciada en cuanto a la determinación del número de hojas.

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{0,92}}{25,61} * 100 = 3,74\% < 30\%, \text{ medida representativa del número de hojas}$$

por tanto los datos que se presentan son estadísticamente confiables.

Tabla 12

Análisis de varianza para la longitud de rama del pepinillo a los 30 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	123,11	2	61,56	30,11	3,68
Error	30,67	15	2,04		
Total	153,78	17			

Elaboración propia

Respecto a los resultados de la tabla 12, dado que el valor de $F > F$ crítico se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la longitud de rama; es decir los bio abonos han actuado de forma diferenciada en cuanto a la determinación de la longitud.

Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{2,04}}{42,11} * 100 = 3,39\% < 30\%, \text{ medida representativa de la longitud por tanto}$$

los datos que se presentan son estadísticamente confiables.

Tabla 13

Análisis de varianza para el peso de pepinillos a los 70 días (en kg)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	0,02	2	0,01	23,54	3,68
Error	0,01	15	0,0005		
Total	0,03	17			

Elaboración propia

Respecto a los resultados de la tabla 13, dado que el valor de $F > F$ crítico se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al peso del pepinillo; es decir los bio abonos han actuado de forma diferenciada en cuanto a la determinación del peso.

Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{0,0005}}{0,43} * 100 = 5,20\% < 30\%, \text{ medida representativa del peso por tanto}$$

los datos que se presentan son estadísticamente confiables.

3.3. Tratamiento óptimo en cuanto al aprovechamiento de los residuos orgánicos en el cultivo de hortalizas

Tabla 14

Comparaciones de los tratamientos con el grupo testigo

Hortalizas	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Rabanito			
Altura de planta (cm)	11,83	16,17	13,33
Peso del fruto (kg)	0,32	0,52	0,47
Lechuga			
Altura de planta (cm)	18,83	23,67	22
Número de hojas (unid)	20	30	28
Pepinillo			
Longitud de rama (cm)	38,67	45	42,67
Peso del fruto (kg)	0,39	0,47	0,44

Elaboración propia

En la tabla 14 se aprecia que el tratamiento 1 ha tenido mayor efectividad en el cultivo de hortalizas dado que presenta un mayor promedio. La explicación es porque al tratamiento 1 aparte de los residuos orgánicos descompuestos se agregó una dosis de ceniza lo cual actuó como bio abono y también como controlador de plagas dadas sus propiedades.

Tabla 15

Prueba de Tukey para determinar el tratamiento óptimo respecto al peso del fruto del rabanito

	T0: 32,17	T2: 47,17	T1: 51,67
T0: 32,17	--	17	21,5
T2: 47,17	--	--	4,5
T1: 51,67	--	--	--
ALS	3,26		

$$\text{Es decir } ALS = \sqrt{4,73/6}(3,67) = 3,26$$

Según los resultados obtenidos se puede deducir que el tratamiento 1 es el óptimo por tener la mayor diferencia, lo cual significa que los residuos orgánicos + ceniza es el que más ha contribuido en el peso del fruto del rabanito.

Tabla 16

Prueba de Tukey para determinar el tratamiento óptimo respecto al número de hojas de la lechuga

	T0: 20	T2: 28	T1: 30
T0: 20	--	8	10
T2: 28	--	--	2
T1: 30	--	--	--
ALS	1,44		

Es decir $ALS = \sqrt{0,92/6(3,67)} = 1,44$

Según los resultados obtenidos se puede deducir que el tratamiento 1 es el óptimo por tener la mayor diferencia, lo cual significa que los residuos orgánicos + ceniza es el que más ha contribuido en número de hojas de la lechuga.

Tabla 17

Prueba de Tukey para determinar el tratamiento óptimo respecto al peso del fruto del pepinillo

	T0:0,39	T2:0,44	T1:0,47
T0: 0,39	--	0,05	0,08
T2: 0,44	--	--	0,03
T1: 0,47	--	--	--
ALS	0,04		

Es decir $ALS = \sqrt{0.0005/6(3.67)} = 0.04$

Según los resultados obtenidos se puede deducir que el tratamiento 1 es el óptimo por tener la mayor diferencia, lo cual significa que los residuos orgánicos + ceniza es el que más ha contribuido en el peso del fruto del pepinillo.

3.4. Discusiones

- Respecto al primer objetivo específico referido a las características biométricas de las hortalizas cultivadas en el biohuerto encontramos que las plantas de rabanito en el tratamiento testigo alcanzaron una altura promedio de 11,83 cm en el tratamiento 1 obtuvieron 16,17 cm y en el tratamiento 2 obtuvieron 13,33 cm. en cuanto al peso de los frutos en el tratamiento testigo alcanzaron un peso promedio de 0,32 kg en el tratamiento 1 un peso de 0,52 kg y en el tratamiento 2 un peso de 0,47 kg.

Las plantas de lechuga en el tratamiento testigo alcanzaron una altura promedio de 18,83 cm en el tratamiento 1 alcanzaron 23,67 cm y en el tratamiento 2 lograron 22 cm. en cuanto al número de hojas por planta en el tratamiento testigo tuvieron en promedio 20 hojas en el tratamiento 1 en promedio 30 hojas y en el tratamiento 2 en promedio 28 hojas.

En cuanto al pepinillo en el tratamiento testigo las plantas tuvieron una longitud promedio de 38,67 cm en el tratamiento 1 tuvieron 45 cm y en el tratamiento 2 tuvieron 42,67 cm. respecto al peso promedio en el tratamiento testigo alcanzaron un peso de 0,39 kg en el tratamiento 1 pesaron 0,47 kg y en el tratamiento 2 pesaron 0,44 kg.

De estos resultados se deduce que el mayor promedio se obtuvo al utilizar el abono en base a la materia orgánica que se produce a nivel domiciliario y la cual no está siendo aprovechada especialmente en la periferia de la ciudad donde los pobladores disponen de espacios lo cuales podrían ser utilizados como biohuertos. Asimismo, en nuestro contexto según la municipalidad provincial de Moyobamba aproximadamente el 75% de residuos sólidos que se producen lo constituye la materia orgánica coincidiendo con Cubas (2014) quien afirma que el componente con mayor porcentaje de los residuos sólidos domésticos es el rubro identificado como materia orgánica, cuyo porcentaje alcanza el 87,08 %.

- En cuanto al segundo objetivo específico se utilizó en análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos respecto aprovechamiento de los residuos orgánicos. En cuanto al rabanito se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la altura de planta también diferencia significativas respecto al peso de los frutos. En cuanto a la lechuga existen

diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la altura de planta y también al número de hojas. Finalmente, en cuanto al pepinillo existen diferencias significativas en cuanto a la longitud de rama y al peso del fruto. Estos hallazgos confirman una vez más que los abonos han actuado de forma diferenciada en cuanto a la altura de planta, número de ramas y en cuanto al peso de los frutos.

En esta parte de la investigación es importante señalar la participación de las familias para lograr los objetivos propuestos dado que son ellos los que tienen que facilitar un espacio y decidir cuáles son las hortalizas que desean sembrar según sus hábitos de consumo. Esta participación se logró al igual como lo hizo Jaramillo (2014) quien concluye que los factores claves que influyen en el logro efectivo de programas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos urbanos son: participación efectiva de todos los actores que intervienen en el proceso, apoyo e intervención directa de las municipalidades como instituciones activas de recolección, transporte, gestión y control de los proyectos, planificación del proceso con una clara visión de los objetivos y los logros a obtenerse a corto y largo plazo, estudios de factibilidad, diseños previos que establezcan estrategias que permitan una mayor permanencia temporal del proyecto en la comunidad, educación y capacitación interna y externa al proyecto. Lo señalado por Jaramillo se cumplió dado que tuvimos el asesoramiento de la gerencia de residuos sólidos de la municipalidad provincial de Moyobamba.

- En cuanto al tercer objetivo específico para determinar el tratamiento óptimo en el aprovechamiento de los residuos orgánicos para el cultivo de hortalizas, observamos que el tratamiento 1 ha tenido mayor efectividad respecto al tratamiento testigo y al tratamiento 2 dado que presenta un mayor promedio. La explicación es porque al tratamiento 1 aparte de los residuos orgánicos descompuestos se agregó una dosis de ceniza lo cual actuó como abono y también como controlador de plagas dadas sus propiedades. Esta afirmación se respalda cuando se realizó la prueba de Tukey donde se obtuvo que el tratamiento 1 es el óptimo para el cultivo de hortalizas. También respalda este resultado el aporte de Rugel (2016) quien afirma que el aporte de silicio al suelo incide en lograr cosechas de mejores rendimientos y calidad, ayuda en el endurecimiento de raíz, aumenta la eficacia de fotosíntesis que maximiza la producción. Asimismo, fortalece los tallos y pedúnculos de flores y frutos siendo bastante difícil que caigan.

Finalmente, los resultados obtenidos en la presente investigación confirman las propiedades de los residuos orgánicos para la obtención de abono es una característica muy particular de los abonos orgánicos es que los nutrientes, se encuentran predominantemente en forma orgánica y por lo tanto en forma insoluble, en particular en los residuos sólidos lo cual es beneficioso para el desarrollo de las plantas.

CONCLUSIONES

- Las características biométricas de las plantas de rabanito, la lechuga y el pepinillo presentaron mejor rendimiento al ser abonados con materia orgánica descompuesta y con una dosis de ceniza. En este sentido, en promedio los frutos del rabanito alcanzaron un peso de 51,67 gramos frente al testigo que alcanzó 32,17 gramos, la lechuga tuvo 30 hojas en promedio en comparación con la lechuga en el grupo testigo que alcanzaron 20 hojas. Asimismo, el pepinillo alcanzó 470 gramos en comparación con el testigo que obtuvo 390 gramos en promedio.
- Existen diferencias significativas entre los bio abonos respecto a la altura de las plantas y peso de los frutos de rabanitos; existe diferencias significativas en cuanto a la altura de las plantas y número de hojas de lechuga y existen diferencias significativas en cuanto al peso de los pepinillos. Estas afirmaciones se sustentan al realizar el análisis de varianza dado que el valor de F es mayor que el valor de F_c). A la luz de estos resultados se logró demostrar que los bio abonos actúan de manera diferenciada en el peso de los frutos, altura de planta y al número de hojas.
- Tanto el tratamiento 1 como el tratamiento 2 proporcionan beneficios para el cultivo de hortalizas, sin embargo, el óptimo está compuesto por el bio abono hecho en base al aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios agregado con una dosis de 100 gramos de ceniza por cuanto se evidencian mejores resultados.

RECOMENDACIONES

A las autoridades municipales incentivar la implementación de los biohuertos familiares como una alternativa viable para el aprovechamiento de los residuos orgánicos y de esta manera reducir el volumen de estos que representan el 75% de los residuos sólidos aproximadamente.

A los pobladores colaborar con las autoridades municipales, especialmente con la gerencia de residuos sólidos quienes han emprendido un programa de manejo de residuos que implica la separación en la fuente.

A los estudiantes de la facultad de ecología complementar la presente investigación con el cultivo de otras hortalizas y experimentando con otras formas de aprovechar los residuos orgánicos que se generan a nivel domiciliario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adolfo, C. 2014. *Propuesta técnica para el manejo de residuos sólidos municipales de la localidad de habana 2014*. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, 2014. Tesis de titulación.

Andrade, F. 2006. *Proyecto integral arroz. Manual del cultivo de arroz*. Ecuador: INIAP. 2006.

Ansorena, J., & Merino, E. B. D. 2014. *Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos*. Valencia : Laboratorio Agroambiental Fraisoro, 2014. págs. 1-75.

Bash, E. (2015). *La Materia Orgánica Del Suelo*. PhD Proposal, 1(C).

Calzada, J. 1998. *Métodos Estadísticos para la Investigación*. Lima : Editorial Jurídica S.A, 1998.

Coloma, L. 2015. *Efecto de la aplicación foliar con dos fuentes*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2015.

Cubas, E. 2014. *Caracterización de los residuos sólidos de la Ciudad de Bellavista*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, 2014. Tesis de titulación.

Decreto Legislativo N° 1278. *Aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 27 de junio de 2017.

Diaconia. 2012. *Guía Práctica del Biohuerto*. Lima : DIACONIA, 2012. pág. 218. ISBN: 978-612-46247-2-8.

Ramón Liriano González, Dania Bárbara Núñez Sosa, Lidia Hernández La Rosa, Amarilis Castro. 2015. 1, *Evaluación de microorganismos eficientes y Trichoderma harzianum en la producción de posturas de cebolla (Allium cepa L.)*. Los Arabos : Feijoo, 2015, Centro Agrícola, Vol. I, págs. 25-32. ISSN: 2072-2001.

Furcal, P. 2012. *Efecto del silicio en la fertilidad del suelo*. Costa Rica: Escuela de Agronomía sede San Carlos, 2012.

Hernández. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2014.

IDEPAS. 2014. *BIOHUERTO (Producción Ecológica de Hortalizas)*. Huancayo : Manos Unidas, 2014. págs. 1- 40.

Jaramillo, G. 2014. *Aprovechamiento de Los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Universidad de Antioquia. Medellín, 2014. Tesis de especialización.

Ley N° 28611. *Ley General del Ambiente*. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 13 de octubre de 2005.

Ley N° 27314. *Ley General de Residuos Sólidos*. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 20 de julio de 2000.

Martínez, D. 2014. *Fisiología vegetal*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2014.

Ministerio del Ambiente (MINAM). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*. 2012.

Ministerio del Ambiente (MINAM). *Gestión Integral De Los Residuos Domiciliarios En El Perú*. 2012- 2014.

Ministerio del Ambiente (MINAM). *Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos*. 2019.

Morris, Dario. 2015. *Estación Experimental Agropecuaria Bordenave*. INTA Web site. [En línea] 18 de Septiembre de 2015. [Citado el: 17 de Febrero de 2019.] https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-2__abono_organico.pdf.

OEFA. 2013. *Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial*. Lima, OEFA. Lima : OEFA, 2013. págs. 1-196, Informe Anual. ISSN: 2014-18127.

Palacios, N. 2012. *Uso de tres mejoradores de retención de nutrientes*. Cevallos, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2012.

Pinto, E. 2014. *Aplicación del programa Ambiental basado en la aplicación de las 3R, los alumnos del quinto grado de educación secundaria de la Institución Educativa Juan Velasco Alvarado*. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, 2014. Tesis de titulación.

Quero, E. 2007. *Funciones biológicas y respuestas fisiológicas en la nutrición vegetal con silicio*. Instituto Tecnológico Superior de Uruapan. Michoacán. México. Tesis.

Rugel, R. 2016. *Estudio de cinco niveles de silicato de calcio*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2016.

Ruíz. 2015. *Dosis de fertilización nitrogenada en ají escabeche (capsicum baccatum var. pendulum) bajo condiciones del valle de Cañete*. Universidad Agraria La Molina. Lima, 2015. Tesis de grado.

Tchobanoglous, G. 1994. *Gestión integral de residuos sólidos*. Madrid : s.n., 1994. Vol. I.

Uribe. 2015. *Propuesta de proceso productivo para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de la elaboración de abono orgánico en Isla Fuerte, Cartagena*. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia, 2015. Tesis de grado.

Veron, C. J. 2015. *Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz*. Colombia: Hombre y máquina, 2015.

ANEXOS

ANEXO 1

Ficha N° _____

Altura de planta: _____

Tratamiento: _____

Meses	Semana	Observaciones						
		1	2	3	4	5	6	
1								
2								
Fecha								
Elaborado por								
Observaciones								

ANEXO 2

Distribución de las plantas en campo

P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	
	R	

P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	
	R	

P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	
	R	

P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	
	R	

P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	
	R	

P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	L
	R	L
P	R	
	R	

P: pepinillo; R: rabanito; L: lechuga

ANEXO 3

Panel fotográfico



Foto 1: Regado del campo



Foto 2: Sembrado de hortalizas



Foto 3: Cosecha de hortalizas



Foto 4: Cosecha de hortalizas

ANEXO 4

Plano de Ubicación

